ICTを活用した安全かつ効率的な木材加工技術の学習について

On safely and efficiently learning fundamental wood processing method in "Technology of Materials and Their Processing" using ICT devices

佐藤亮一, 高鳥晶, 根布駿哉, 林秀星, 下保敏和, 平尾篤利, 鈴木賢治

Ryoichi SATO, Aki TAKATORI, Toshiya NEBU, Shusei HAYASHI, Toshikazu KAHO, Atsutoshi HIRAO, and Kenji SUZUKI

Abstract:

This paper proposes a simple and effective ICT utilization method for safely and efficiently learning appropriate usage of woodworking tools (saw, planer, hammer, nailing tools, etc.) at a class of "Technology of Materials and Their Processing" in "Technology and Home Economics (Technology)" at Junior high school. Here we construct a simplified multi-angle motion/position monitoring apparatus by using tablet PCs and an electric interactive white board (or a large-screen LCD TV), which have already been equipped in ordinary classroom in Japan. Here, in addition to the above ICT devices, a special access point with screen projection function is introduced. By using the monitoring apparatus in wood processing training, students can easily check whether or not they are operating the wood processing with appropriate motion and/or position. As the result, it is expected by introducing the apparatus that the students can improve their wood processing techniques by themselves safely and efficiently.

Keywords:

Multi-angle motion/position monitoring, Tablet PC, Electronic white board, Wood processing training, Technology of Materials and Their Processing, ICT utilization in education,

1. はじめに

中学校技術・家庭科（技術分野）（以下，中学校技術）において，「材料と加工に関する技術」の内容は，教科の発足（昭和33年職業・家庭科から改定，昭和37年から実施）以来継続されており，現在も最も重要な教育内容の一つに位置付けられている[1]-[3]．この「材料と加工に関する技術」の授業では，生徒の「手」と「頭」を同時に育てている[2]．それまでの経験と新たに得た科学的知識を基に技術的思考力「頭」を働かせて，対象とする材料を「手」（あるいは「機械」）を使って加工し，価値ある「もの」をつくり出す学習活動は，人間としての発達を促し，さらに科学・技術的なものの見方や考え方，そして創意工夫して実践する力（実践しようとする態度）の育成に役立ってきた．文献[4]-[6]の教育論にも普通教育における「手」を使ったものづくり活動の教育的効果をみることができる．

現代社会では，子どもたちが家庭や日常生活において「手」を使ってものをつくる経験が著しく減ってきている．このため，学校の教育カリキュラムにおいて，生徒の「手」と「頭」を同時に育てつつ，科学的根拠を基に「ものづくりの経験」を提供できる中学校技術「材料と加工に関する技術」の役割は，これまで以上に大きくなっている．さらに，この学習内容は中学校１年で行うように推奨されていることもあり，子ども達の学童期から思春期にかけての発達や成長に良い影響を与えている．

「材料と加工に関する技術」の授業，特に木材の加工を扱う授業においては，材料の切断に用いる「の

2017.6.26　受理

こぎり」，表面の仕上げに使う「かんな」，木材同士のくぎ接合に用いる「きり」，「げんのう」等の工具を用いた基本演習を行っている．この際，はじめに学習指導要領にしたがい，それら工具の原理，基本的な使い方についての丁寧な説明[3], [7]-[9]を行う．つづいて教師による実演を行い，それを観察させる．その上で，生徒らに木工具を用いた切断や仕上げ等の練習作業をさせている．この演習では，「安全」について十分に気をつけるように指導している．しかし最近は，中学に進学するまで木材を加工する経験が全く無い，あるいはほとんど無い生徒もいるため，丁寧な説明と実演観察により木工具の原理・使い方を「頭」では理解していても，自身で「手」を動かして実演してみると，思うように加工できない生徒がこれまで以上に多くなっており，作業の安全面にも支障をきたしている．

例えば，のこぎりを使った木材板切断の演習では，生徒本人は正確に行っているつもりでも，教わった通りの動作や姿勢で作業できていないことが多い．その結果，板を一直線に切断できなかったり，切断面が直角に切断できなかったりする．その生徒らの何人かは切断面を直角にもどそうと，のこ身が曲がって変形するくらいに手首や腕全体に力を入れて，のこぎりを引こうとする．そうすると，当然ながらのこ身が材料にひっかかってしまいうまく引けなくなる．その状態になってもさらに強引に引こうとすると，のこ身が完全に曲がってしまい工具を壊してしまうか，のこ身が急に材料から離れてしまい（材料を支えている側の）手の甲を切ってしまう．この例のように，木材加工の実習では，「頭」では正しく工具の原理・使い方を理解していても，「手」や「体」を正しく動かせないと，設計通りに木材の加工ができず，さらには実習における安全の確保も難しくなる．

そこで本稿では，生徒が自身の木材加工時の動作と姿勢を「マルチアングルかつリアルタイム」で確認できるようにすることで，効率的に木材加工技術の習得ができる新たな補助教材を提案する．ここでは，国のICT活用教育の推進により多くの学校ですでに整備されている「タブレットPC」と「電子黒板」を組み合わせた簡単動作･姿勢確認装置を構築する．なお，電子黒板は大型スクリーン（プロジェクタや大型薄型テレビ）に置き換えても良い．この簡単動作・姿勢確認装置を利用することにより，生徒は自身の動作・姿勢を確認しながら木材加工演習を行うことができるので，「手」や「体」の正しい動作・姿勢を習得しやすくなり，安全かつ効率的な学習が可能となる．本装置の構築方法と利用方法，および本装置導入を想定した木材加工に関する単元の学習指導案作成と指導法に関しては，新潟大学教育学部技術科教育専修で中学校技術の教員を目指す学生に対して，教科の科目「木材加工」，「木材加工及び実習」，および教職科目「技術教育研究」の一部において実施している．特に，教職科目「技術教育研究」では，学習指導要領[7]の目標や内容をきちんと理解した上で，「材料と加工に関する技術」での指導方法および学習評価のポイントを，従来のワークシートに加え，本装置で得られる画像を活用することで，模擬授業において具体的に確認できるように工夫している．さらに，授業設計においては，本装置の設置・起動時間も考慮したデザインを検討させている．本装置は非常に簡単かつ安価に構築できるので，技術教室での加工実習のみならず，体育館での体育実技実習，普通教室での他教科の学習等にも役立てられる．

以下，2節では提案する簡単動作・姿勢確認装置の構成および構築手順について述べる．3節では木材加工（ここでは「のこぎり引き実習」）で利用した際の例を紹介する．最後に本稿のまとめを4節で行う．

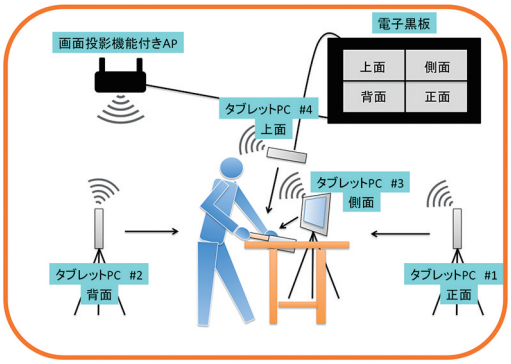


図１　簡単動作・姿勢確認装置の構成

２．簡単動作・姿勢確認装置の構築

本稿で提案する「簡単動作・姿勢確認装置」の構成を図１に示す．本装置は，①タブレットPC，②電子黒板（あるいは大画面モニター），③画面投影機能付教室内プライベート無線LANアクセスポイント（AP）のわずか3種類のICT機器で構築する．

①のタブレットPCについては，生徒の木材加工作業中の動作や姿勢の映像を映すために，内蔵のカメラと標準のカメラアプリを用いる．最近のタ

ブレットPCはイン，アウト共に高解像度のカメラが付属している（4K撮影が可能な機種も多くある）ので，どちらのカメラを用いても木材加工作業の様子を綺麗な静止画や動画で撮影できる．

本稿では，4点からのマルチアングルでモニタリングできるようにする（図1）．作業者の1)正面，2)背面，3)側面，そして4)上面からの作業者目線で手元の画像を映す．1)-3)のタブレットPCの設置には市販の三脚を用いる．ただし，タブレットPCと三脚の固定には，タブレット用三脚穴付きスタンド（1台約800円）を用いる（図2）．4)の作業者の上からの撮影用には，サポートロッド付スタンド（1台約1,000円）を電子黒板のベゼル側部に取り付けて固定した（図3）．

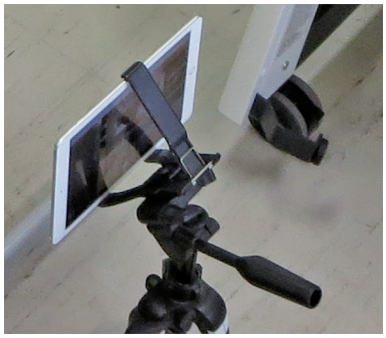


図２　三脚に固定されたタブレットPC（“正面”，”背面”，”側面”用）

図３　サポートロッド付スタンドで固定されたタブレットPC（”上面”用）

②の電子黒板の大画面は，木材加工作業をしている様子を映し出すことに用いる．電子黒板がない場合は大型薄型液晶テレビ等の大型モニターで代替できる．

③の画面投影機能付きAPは，無線LANを介して，タブレットPCの画面を電子黒板の画面に投影する（ミラーリングする）ために用いる．iPad（iOS）であれば(AppleTVで使われている)AirPlay，その他のAndroid OS等のタブレットPCであればWi-Fi Allianceによって策定されたMiracastというミラーリング規格を用いれば，タブレットPC「1台」の画面を電子黒板等の大画面モニターに投影することができる．しかし，複数台のタブレットPC画面を「同時に」1台のモニターに投影することはできない．本稿で用いる画面投影機能付AP（プリンストン TruCast2 TWP-1500, 実売価格約50,000円）では，最大4台のタブレットPC画面を同時に1台の大画面モニターに投影できる．

2-1. 構築手順

ここでは，iPadの画面を投影する場合の構築手順を例として示す．

[STEP1] 電子黒板(D6500[10])の入力端子に画面投影機能付AP(TWP-1500[11])を接続する．ここでは，VGAケーブルで接続した例を図4に示す．

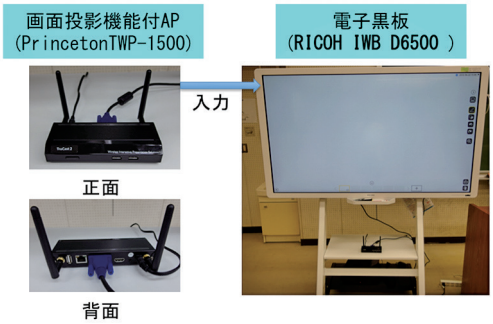
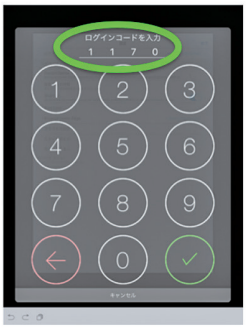


図４　画面投影機能付APの接続

図５　タブレットPC側のWi-Fi設定

[STEP2-1] カメラ機能を有するタブレットPCの設定．はじめに各タブレットPCのWi-Fi設定を開

(a)



(b)

(c)

図６　タブレットPC側のアプリケーションの設定

き，画面投影機能付APのSSID（ここでは「TWP-1500-E63」）を選択する（図5）．

[STEP2-2] タブレットPCでApp「MirrorOp」を起動し，初期画面（図6(a)）から「設定」をタップする．「デバイス」をタップし，「TWP-1500-E63」を選択する．図6(b)の上図に示すように，電子黒板右上に4桁のログインコードが表示されるので，タブレットPC側にそのコードを入力する（図6(b)下図）．次に，最初の画面（図6(a)）に戻り，「カメラ」をタップする．最後に，電子黒板の画面で投影する位置（「全画面」，「左上」，「右上」，「左下」，「右下」）を指定する（図6(c)）．以上で，タブレットPCの画面が電子黒板に投影される．この操作を残り3台のタブレットPCでも行う．

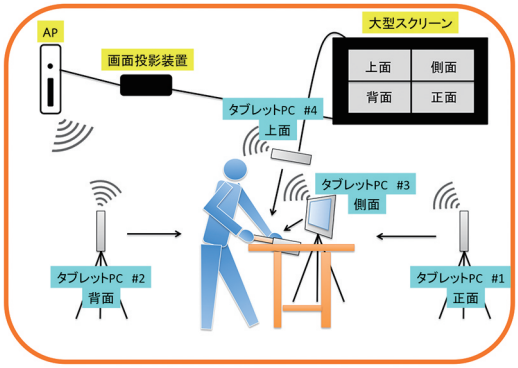


図７　簡単動作・姿勢確認装置の構成（安価版）

2-2. 汎用APと画面投影装置の組み合わせ

画面投影機能付APが若干高価なため，本システムを構築しにくい場合がある．そこで，汎用の安価なAPと画面投影装置を組み合わせた構成も示す（図7）．IEEE 802.11n規格のAPなら現在は3,000円程度から購入できる．複数のタブレットPC画面をミラーリングできる画面投影装置はまだ若干高価だが15,000円程度で手に入るようになった[12]．若干LANの知識が必要となるが，予算が限られている場合はこちらの組み合わせを推奨する．

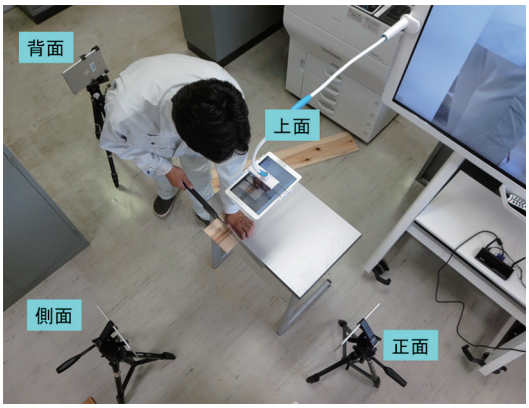
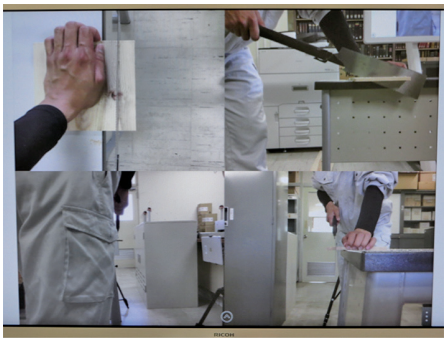


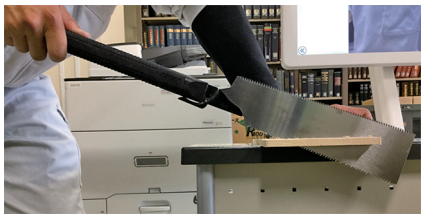
図８　カメラ（タブレットPC）の配置



(a)全体（４分割）

(b)正面

(c)背面



(d)側面

(e)上面

図９　加工中の動作・姿勢の映像

３．木材加工実習での使用例

本節ではタブレットPC(4台)，電子黒板，そして画面投影機能付APにより構築した「簡単動作・姿勢確認装置」を用いて，「のこぎり引き」作業をマルチアングルかつリアルタイムで作業している映像を大画面スクリーンに映した例を示す．図8はカメラの配置図である．図9(a)は電子黒板の大画面に，4台のタブレットPCから投影された映像を同時に4分割して映し出した例である．左上が上面，右上が側面，左下が背面，右下が正面から撮影した画像である．また，各々の位置のカメラの画像（の一部）を図9(b)～図9(e)に示す．これらの映像を基に，生徒は作業の途中で自分自身の動作姿勢を容易に確認できる．

例えば，のこぎりを用いた木材切断の実習において，図9(b),(c)の正面および背面からの映像からは，のこ身が左右に振れず，材面に対して直角になっているかを実演している生徒自身で確認できる．図9(d)の側面の映像からは，引き込み角の確認が容易になる．木材のかたさや厚みに応じた角度調整，および切り終わりの段階での木材欠け防止のため角度調整の作業がしやすくなる．図9(e)の上面からの映像は，実演者の視線とほぼ同じ映像が残せる．大画面映像は他生徒もリアルタイムに観ることができるので，実演している生徒の良い点は吸収できる．また，問題点を見つけた場合，画面上で指摘することもできる（図10）．また，実習の画像はタブレットPCで簡単に保存・転送できるので，生徒一人一人のフォルダ，あるいは共有フォルダで保存し，振り返り学習にも利用できる．

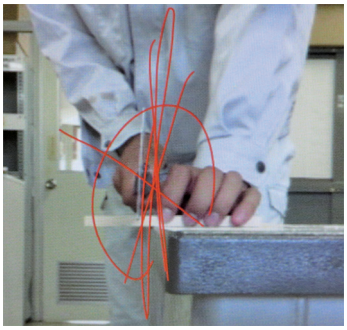


図10　電子黒板上での問題点の指摘

なお，本装置を活用した授業を行うには，授業前に電子黒板の起動と，タブレット４台の設置が必要になる．事前にタブレット用スタンドを三脚に取り付けておけば，概ね5分程度で準備が整うので，授業間の休み時間を利用すれば，十分に設置可能であ

る．ただし，設置作業に慣れておく必要はあるので，模擬授業等で設置演習を行っている．

４．まとめ

本稿では，学校にすでに整備されているICT機器（「タブレットPC」と「電子黒板」）を組み合わせた簡単動作・姿勢確認装置を構築し，生徒が自身の木材加工時の動作，姿勢をマルチアングルかつリアルタイムで確認可能とすることで，効率的な木材加工実習ができる新たな補助教材を提案した．本提案装置の導入により，「手」や「体」の正しい動作・姿勢を習得しやすくなり，安全かつ効率的な学習が可能となった．

今後は，撮影した画像をより有効に活用するために，タブレットPCを用いたデジタルポートフォリオとの連携について検討していく予定である．

謝辞

「木材加工」,「木材加工及び実習」,「技術教育研究」の講義および実習に熱心に取り組んでいる中，本稿の資料作成に協力してもらった本学教育学部技術科教育専修の学生諸君，電気研究室学生諸君に謝意を示します．また，電子黒板D6500購入の際，D6500とTWP-1500との相性について情報を提供していただいた新潟リコーの皆様にも感謝します．

参考文献

[1] 鈴木寿雄，技術科教育史—戦後技術科教育の展開と課題，開隆堂，2009年1月.

[2] 鈴木賢治，技術教育学序説，合同出版，2011年8月.

[3] 新編 新しい技術・家庭 技術分野 未来を創る Technology, 東京書籍，2017年2月.

[4] J. J. ルソー，今野一雄訳，エミール（上），岩波文庫，1962年5月.

[5] ベスタロッチ，長田信訳，隠者の夕暮・シュタンツだより，岩波文庫，1982年9月.

[6] デューイ，松野安男訳，民主主義と教育（上），岩波文庫，1975年5月.

[7] 文部科学省,“学習指導要領「生きる力」第2章 各教科　第8節　技術・家庭,” http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/gika.htm .

[8]技術・家庭 技術分野TECHNOLOGY，開隆堂，2017年2月.

[9] 佐藤庄五郎，図解木材技術—日曜工作から専門まで－，第２版，共立出版，1980年5月.

[10] RICOH Interactive Whiteboard D6500. https://www.ricoh.co.jp/pdf/34022792/IWB_D6500.pdf .

[11] プリンストン TruCast 2 TWP-1500. http://www.princeton.co.jp/product/twp1500.html .

[12] エーリンク EZCast Pro LAN. http://www.alinkcorp.co.jp/ezcast/pg139.html